

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ БУРОВЫХ ЛЕБЕДОК

В основу общепринятого способа определения эквивалентного числа циклов напряжений  $N_z$  положены гипотеза суммирования повреждения материала (так называемая кумулятивная гипотеза) и уравнения наклонных ветвей кривых контактной выносливости и выносливости при изгибе.

Исходя из этих предпосылок, выводятся следующие формулы:

$$N_{zk} = N_1 + N_2 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^3 + N_3 \left( \frac{M_3}{M_1} \right)^3 + \dots + N_n \left( \frac{M_n}{M_1} \right)^3;$$

$$N_{zu} = N_1 + N_2 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^9 + N_3 \left( \frac{M_3}{M_1} \right)^9 + \dots + N_n \left( \frac{M_n}{M_1} \right)^9,$$

где  $N_{zk}$  – эквивалентное число циклов контактных напряжений,  $N_{zu}$  – эквивалентное число циклов напряжений изгиба,  $M_i$  и  $N_i$  – крутящий момент и число циклов напряжений при данном крутящем моменте.

При обычном расчете  $M_i$  – это крутящий момент, развиваемый приводом или тормозным механизмом на промежуточном валу лебёдки при подъеме или спуске буровой колонны. Напряжения, вызванные нештатными ситуациями, такими как прихват колонны, учитывались коэффициентами запаса прочности. Теория оптимального проектирования дает возможность избавиться от данных коэффициентов и учесть стохастическую природу нагрузок. Формулы приобретают вид:

$$N_{zk} = N_1 + N_2 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^3 + \dots + N_n \left( \frac{M_n}{M_1} \right)^3 + N_{np} \left( \frac{M_{np}}{M_1} \right)^3;$$

$$N_{zu} = N_1 + N_2 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^9 + \dots + N_n \left( \frac{M_n}{M_1} \right)^9 + N_{np} \left( \frac{M_{np}}{M_1} \right)^9,$$

где  $M_{np}$  – крутящий момент, возникающий при прихвате,  $N_{np}$  – соответствующее число циклов напряжений. В данных зависимостях величина  $N_{np}$  имеет вероятностный характер.

В настоящее время собрано достаточно много экспериментальных данных по нагрузкам, возникающим в процессе работы буровой лебёдки. Найден закон распределения вероятностей возможного количества прихватов в течение всего срока службы лебёдки. Таким образом, появилась возможность говорить о вероятности того, что зубчатая передача безотказно проработает заданный срок. По полученным данным видно, что существует лишь небольшой диапазон наиболее вероятных количеств прихватов, которые могут произойти в течение срока службы. Нужно рассчитать, как данный факт отражается на допускаемых напряжениях, но уже сейчас можно сказать, что искомый участок функции распределения вероятностей напряжений будет проходить почти отвесно.